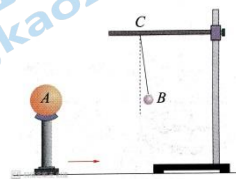


2019 北京通州区高三（上）期末

物 理

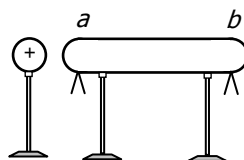
一、选择题（每个小题只有一个选项是正确的，共 12 道小题，每小题 3 分）

1. 把一个带正电荷 Q_A 的球体 A 放在可以水平移动的绝缘支座上，再把一个带正电荷 Q_B 的小球 B 用绝缘丝线挂在玻璃棒上的 C 点（使两个球心在同一水平线上），小球静止时丝线与竖直方向的夹角如图所示。现使球体 A 向右缓慢移动逐渐靠近小球 B ，丝线与竖直方向的夹角将逐渐（移动过程中， A 、 B 电量不变）（ ）



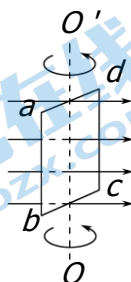
- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 无法判断

2. 如图所示，取一个有绝缘底座的枕形导体，起初它不带电，贴在导体 a 端和 b 端下面的金属箔是闭合的。现在把带正电荷的金属球移近导体 a 端但不接触，可以看到 a 、 b 两端的金属箔都张开了，则下列说法正确的是（ ）



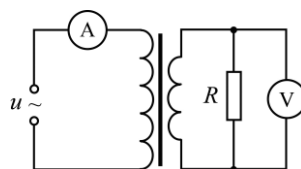
- A. a 、 b 两端都带正电
 B. a 端带正电， b 端带负电
 C. 导体成为等势体， a 、 b 两端电势相等
 D. 移走金属球， a 、 b 两端的金属箔仍然张开

3. 如图所示，一个矩形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中匀速转动，转轴 OO' 与磁场方向垂直，线圈中产生感应电动势。下列说法正确的是（ ）



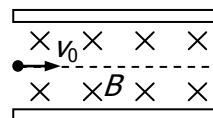
- A. 线圈平面与磁场垂直时，磁通量为零
 B. 线圈平面与磁场垂直时，磁通量变化最快
 C. 线圈平面与磁场平行时，感应电动势为零
 D. 线圈平面与磁场平行时，感应电动势最大

4. 如图所示，理想变压器的原、副线圈匝数之比为 $4:1$ ，原线圈接在 $u = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) 的交流电源上，副线圈接有 $R = 55\Omega$ 的电阻。电流表、电压表均为理想电表。下列说法正确的是（ ）



- A. 原线圈的输入功率为 $55\sqrt{2}$ W
 B. 电流表的读数为 4.0 A
 C. 电压表的读数为 55.0 V
 D. 副线圈两端交流电的周期为 50 s

5. 如图所示为速度选择器，两平行金属板水平放置，板间存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场，电场强度大小为 E （图中未标出），磁感应强度大小为 B 。一束带正电的粒子（不计重力）以速度 v_0 从左端沿水平方向进入两板间，恰好做直线运动。下列说法正确的是（ ）



- A. 上极板带负电

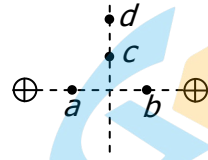
B. 速度 v_0 的大小满足 $v_0 = \frac{E}{B}$

C. 只改变粒子的电性，粒子在两板间将做曲线运动

D. 使该粒子以速度 v_0 从右端沿水平方向进入，粒子在两板间仍能做直线运动

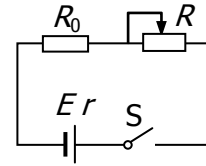
6. 如图所示， a 、 b 两点在两个固定等量正点电荷的连线上，与连线中点的距离相等， c 、 d 两点在连线的中垂线上。下列说法正确的是 ()

- A. a 、 b 两点的电场强度相同
- B. c 点的场强一定大于 d 点的场强
- C. c 、 d 两点的电势相同
- D. a 点的电势大于 c 点的电势



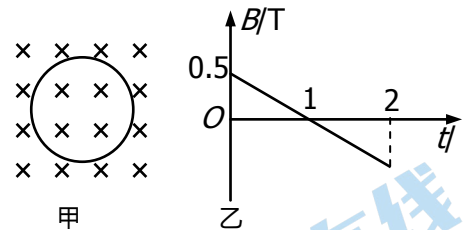
7. 如图所示的电路中，电源电动势为 E 、内阻为 r ， R_0 为定值电阻， R 为滑动变阻器（最大阻值大于 $R_0 + r$ ）。闭合开关 S ，调节 R 的阻值，使电路中的电流为 I ，下列说法正确的是 ()

- A. 此时电源的输出功率为 $EI - I^2 r$
- B. 此时滑动变阻器的阻值 $R = \frac{E}{I} - R_0$
- C. 此时电源的路端电压为 $E - I(R_0 + r)$
- D. 调节滑动变阻器 R 的阻值，当 $R + R_0 = r$ 时滑动变阻器消耗的电功率最大



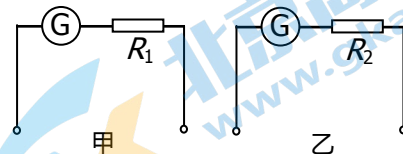
8. 如图甲所示，单匝闭合线圈固定在匀强磁场中， $t=0$ 时刻磁感线垂直线圈平面向里，磁感应强度随时间变化如图乙所示，线圈面积 $S = 0.1 \text{ m}^2$ ，电阻 $R = 1 \Omega$ 。在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 时间内，下列说法正确的是 ()

- A. 线圈中的感应电流沿逆时针方向
- B. 线圈中的感应电动势大小为 0.5 V
- C. 通过线圈横截面的电荷量为 0.1 C
- D. 线圈中产生的焦耳热为 0.05 J



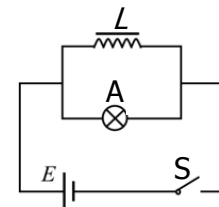
9. 如图所示，甲、乙两个电压表是由相同的电流表 G （内阻不为零）改装而成， R_1 、 R_2 是分压电阻， $R_1 < R_2$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 甲的量程等于乙的量程
- B. 甲的量程大于乙的量程
- C. 测量同一电压时，甲、乙两表指针的偏转角度相同
- D. 测量同一电压时，甲表指针的偏转角度比乙表大

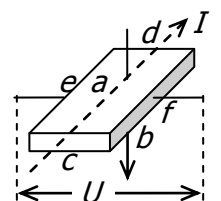


10. 如图所示为演示自感现象的电路图， L 是电感线圈，且电阻不为零。实验时，断开开关 S 瞬间，灯 A 突然闪亮，随后逐渐变暗。下列说法正确的是 ()

- A. 灯 A 与线圈 L 的电阻值相等
- B. 闭合 S ，电路稳定后，灯 A 中电流大于线圈 L 中电流
- C. 断开 S 瞬间，线圈 L 中电流增大
- D. 断开 S 瞬间，灯 A 中电流方向向左



11. 在匀强磁场中放置一个矩形截面的载流导体，当磁场方向与电流方向垂直时，导体在与磁场、电流方向都垂直的方向上出现电势差，这个现象称为霍尔效应。如图所示是霍尔元件的工作原理示意图，上、下表面 a 、 b 是工作面，磁感应强度 B 垂直于工作面竖直向下，前、后表面 c 、 d 接入图示方向的电流 I ，左、右表面 e 、 f 之间就会形成电势差 U ，该电势差可以反映

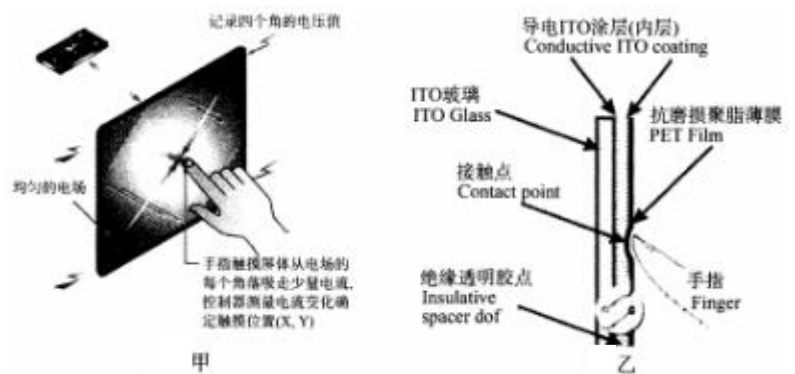


磁感应强度 B 的强弱，则下列说法正确的是 ()

- A. 若元件是正离子导电，则 e 面电势高于 f 面电势
- B. 若元件是自由电子导电，则 e 面电势高于 f 面电势
- C. 在测量沿竖直方向的地球北极上方的地磁场强弱时，元件的工作面应保持竖直
- D. 在测量沿水平方向的地球赤道上方的地磁场强弱时，元件的工作面应保持水平

12. 目前智能手机普遍采用了电容触摸屏。电容触摸屏是利用人体的电流感应进行工作的，它是一块四层复合玻璃屏，玻璃屏的内表面和夹层各涂一层 ITO (纳米铟锡金属氧化物)，夹层 ITO 涂层作为工作面，四个角引出四个电极，当用户手指 (肉) 触摸电容触摸屏时，手指 (肉) 和工作面形成一个电容器，因为工作面上接有高频信号，电流通过这个电容器分别从屏的四个角上的电极中流出，且理论上流经四个电极的电流与手指到四个角的距离成比例，控制器通过对四个电流比例的精密计算来确定手指位置。寒冷的冬天，人们也可以用触屏手套进行触控操作。下列说法正确的是 ()

- A. 使用绝缘笔压电容触摸屏也能进行触控操作
- B. 为了安全，触屏手套指尖处应该采用绝缘材料
- C. 手指按压屏的力变大，手指 (肉) 和工作面形成的电容器电容变大
- D. 手指与屏的接触面积变大，手指 (肉) 和工作面形成的电容器电容变小



第 II 卷 (非选择题部分, 共 64 分)

二、实验题 (共 2 道小题, 共 16 分)

13. (4 分) 如图 1 所示为多用电表的示意图。

(1) 在用多用电表测电阻的过程中，下列说法正确的是_____ (选填字母)。

- A. 在测量电阻时，更换倍率后必须重新进行欧姆调零
- B. 在进行欧姆调零时，两表笔短接后指针应该指在电流表零刻线处
- C. 测量结束后，应该把选择开关旋至“OFF”处或交流电压的最大处

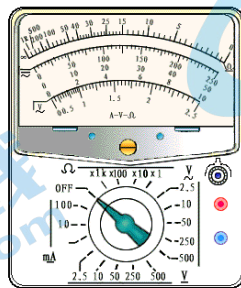


图 1

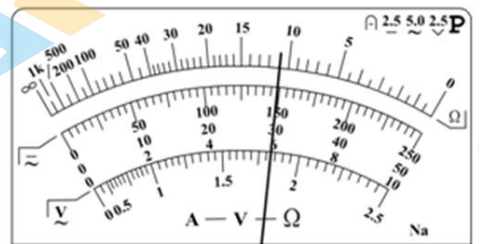


图 2

(2) 现用多用电表测量一定值电阻的阻值，选择开关打到电阻档“ $\times 100$ ”的位置，将红、黑表笔的笔尖分别与电阻两端接触，电表示数如图 2 所示，该电阻的阻值为_____ Ω 。

14. (12 分) 利用电流表和电压表测定一节干电池的电动势和内电阻。要求尽量减小实验误差。

(1) 图 3 是实验所用电路图。请根据图 3 的电路图，将图 4 中的实物图补充完整。

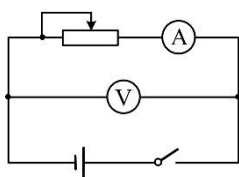


图 3

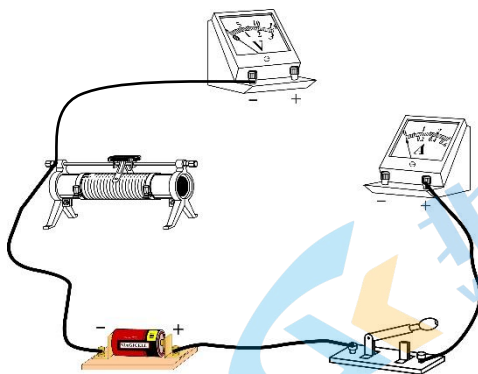


图 4

(2) 现有电流表 ($0 \sim 0.6 \text{ A}$)、开关和导线若干，以及以下器材：

A. 电压表 ($0 \sim 15 \text{ V}$)

B. 电压表 ($0 \sim 3 \text{ V}$)

C. 滑动变阻器 ($0 \sim 20 \Omega$)

D. 滑动变阻器 ($0 \sim 100 \Omega$)

实验中电压表应选用_____，滑动变阻器应选用_____。(选填字母)

(3) 实验中，某同学记录的 6 组数据如下表所示，其中 5 组数据的对应点已经标在图 5 的坐标纸上，请标出余下一组数据的对应点，并画出 $U-I$ 图线。

序号	1	2	3	4	5	6
电压 U (V)	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
电流 I (A)	0.12	0.14	0.24	0.30	0.36	0.42

(4) 根据图 5 中所画图线可得出干电池的电动势 $E =$ _____V，内电阻 $r =$ _____ Ω 。(小数点后均保留两位数字)

(5) 若实验室中不能提供合适的电压表，只能提供一个电流表，一个电阻箱，开关和导线若干，来测量一节干电池的电动势和内阻。请你设计实验，将实验电路图画在虚线框中，并说明需要记录哪些数据和数据处理的方法。

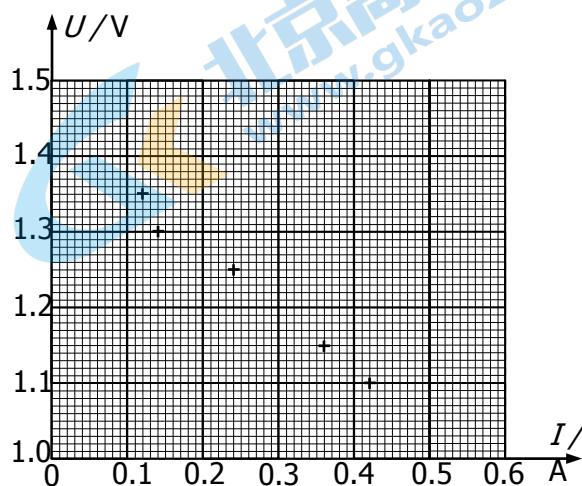


图 5

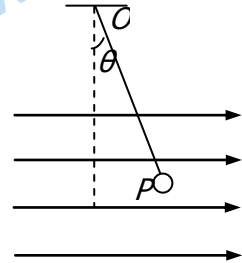
需记录的数据：_____

数据处理的方法：_____

三、计算题（共 5 道小题，共 48 分）解题要求：写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。有数字计算的题，答案必须明确写出数值和单位。

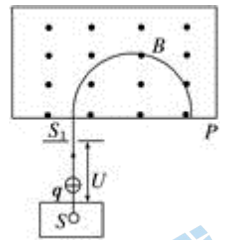
15.（6 分）如图所示，不可伸长的轻质细绳上端固定在 O 点，下端连接一个可视为质点的带电小球，整个装置处于水平向右的匀强电场中。当绳与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ 时，小球静止在匀强电场中的 P 点。已知绳长 $L = 1\text{ m}$ ，小球所带电荷量 $q = 1.0 \times 10^{-6}\text{ C}$ ，质量 $m = 4.0 \times 10^{-4}\text{ kg}$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。取重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$ ，空气阻力忽略不计。

- (1) 请在图中画出小球在 P 点的受力图。
- (2) 求电场强度 E 的大小。
- (3) 将电场撤去后，小球从 P 点由静止运动到最低点时速度 v 的大小。



16.（9 分）质谱仪是一种分析同位素的重要仪器，它的构造原理如图所示。从粒子源 S 处射出速度大小不计的正离子，经加速电场加速后，从狭缝 S_1 处垂直进入一个匀强磁场后到达照相底片 P 上。已知离子的质量为 m 、电荷量为 q ，加速电场的电压为 U ，匀强磁场的磁感应强度大小为 B 。

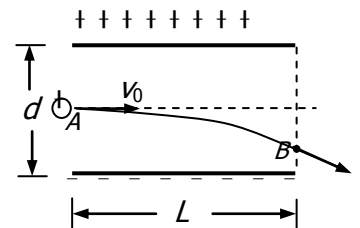
- (1) 求离子在磁场中运动的速度 v 的大小。
- (2) 求离子在磁场中运动的时间 t 。
- (3) 假如离子源能放出氕 (^1_1H)、氘 (^2_1H)、氚 (^3_1H) 三种离子的混合物，请判断该质谱仪能否将三种离子分离，并说明理由。



17.（9 分）如图所示，两平行金属板水平放置，上极板带正电，下极板带负电。一个质子从 A 点水平飞入两板之间，并从 B 点飞出。已知板间电压为 U ，板间距离为 d ，极板长度为 L ，质子带电量为 e ，质量为 m ，水平初速度为 v_0 ，重力忽略不计。求：（1）质子在两板间运动时加速度 a 的大小。

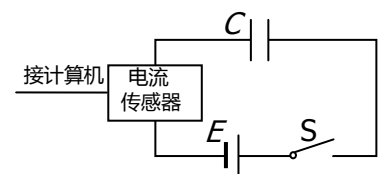
- (2) 质子从 A 点运动到 B 点的动量变化量 Δp 的大小。

（3）将上、下极板分别接在电压可调的直流电源的正负极上，固定下极板，上极板可上下移动。保持极板长度 L 不变的情况下，增大水平初速度 v_0 的大小，要使质子从 A 点水平飞入后，仍从 B 点飞出，可以采取哪些可行性措施。



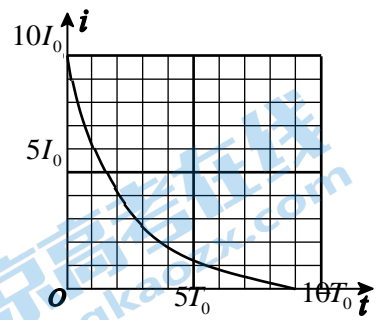
18.（10 分）按图甲所示连接电路，当开关 S 闭合时，电源将使电容器两极板带上等量异种电荷，这一个过程叫做电容器充电。已知电容器的电容为 C ，电源电动势大小为 E 。

- (1) 求充电结束后电容器所带的电荷量 Q 。



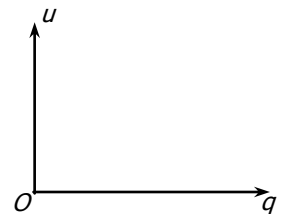
甲

(2) 为了检验第(1)问结果是否正确,在图甲中用电流传感器观察到充电时,电路中电流随时间变化的 $i-t$ 曲线如图乙所示,其中 I_0 、 T_0 为已知量。类比是一种常用的研究方法,对于直线运动,我们学习了用 $v-t$ 图像求位移的方法。请你借鉴此方法,估算充电结束后电容器所带的电荷量的大小。



乙

(3) 电容器在充电过程中,两极板间的电压 u 随所带电荷量 q 增多而增大,储存的能量增大。请在图丙中画出电容器充电过程中的 $u-q$ 图像,并借助图像求出充电结束后电容器储存的能量 E_0 。



丙

19. (14分) 直流电动机的工作原理可以简化为如图甲所示的情景。在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中,两根光滑平行金属轨道 MN 、 PQ 固定在水平面内,相距为 L ,电阻不计。轨道端点 MP 间接有直流电源(内阻不计),电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN 、 PQ 放在轨道上,与轨道接触良好,通过滑轮以速度 v (v 平行于 MN) 向右做匀速运动,从而提升用绳悬挂的重物。电路中的电流为 I ,重力加速度为 g ,不计空气阻力,不计绳的质量和绳与滑轮之间的摩擦。

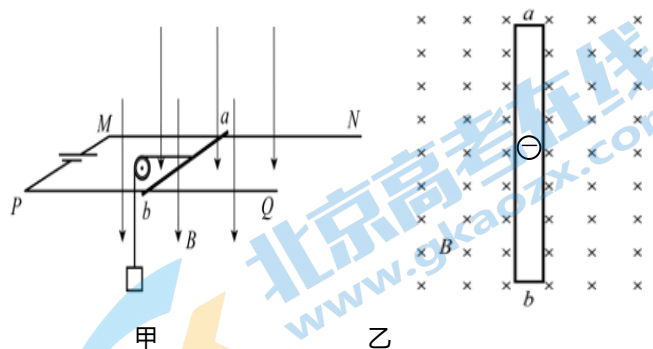
(1) a. 求重物的质量 m ;

b. 求在 Δt 时间内,“电动机”输出的机械能 $E_{机}$ 。

(2) 设图甲中电源电动势大小为 E ,当金属棒 ab 向右运动时,由于切割磁感线产生一个感应电动势,大小为 E' ,此时这个回路的电源电动势等效为 $E-E'$ 。

a. 请从能量守恒的角度推导 $E = E' + IR$;

b. 金属棒在向右运动的过程中,棒中每个自由电子都会受到一个与定向移动方向相反的力的作用,请在图乙中画出一个自由电子所受该力的示意图,并求在 Δt 时间内,金属棒运动过程中该力对所有自由电子做的总功 W 。



甲

乙

物理试题答案

一、选择题（共 12 道小题，每题 3 分，共 36 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	A	C	D	C	B	D	A	C	D	D	A	C

二、实验题（共 2 道小题，共 16 分）

13. (1) AC (2分) (漏选给 1 分)

(2) 1100 (2分)

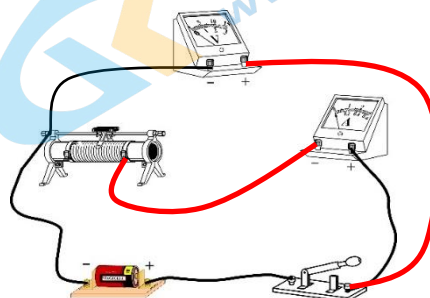
14. (1) 如答图 1 (2分) ;

(2) B (1分), C (1分)

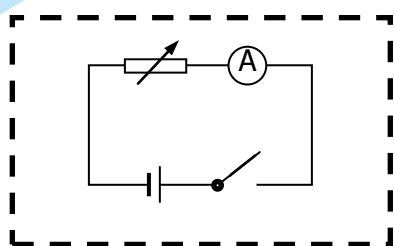
(3) 如答图 2 (2分)

(4) 1.44 ~ 1.47 (1分), 0.82: 0.86 (1分)

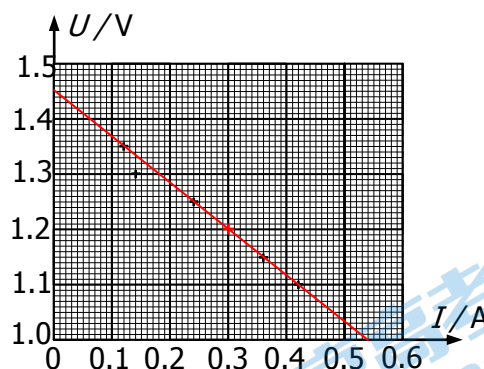
(5) 实验电路图如答图 3 (1分)



答图 1



答图 3



答图 2

需要记录的数据有：电流表的示数和电阻箱的示数。(1分)

数据处理：方法 1. 测出电流表和电阻箱对应的两组数据，根据闭合电路欧姆定律写出两个方程，联立求出一组解；多测几组数据，求多组解取平均值。(2分) (答出联立方程求解即得 2 分)

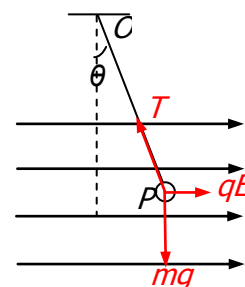
方法 2. 测出电流表和电阻箱对应的多组数据，电流表和电阻箱的读数分别用 I 、 R 表示，画出 $R - \frac{1}{I}$ (或 $\frac{1}{I} - R$) 图像，是一条倾斜直线，根据截距和斜率的大小求解。(2分)

三、计算题（共 5 道小题，共 48 分）

15. (6分) 解：

(1) 设绳对小球的拉力为 T 。小球在 P 点的受力分析如答图 4。(2分)

(2) 由： $\frac{qE}{mg} = \tan 37^\circ$ ，得： $E = 3.0 \times 10^3 \text{ N/C}$ (2分)



答图 4

(3) 根据动能定理: $mgL(1-\cos 37^\circ) = \frac{1}{2}mv^2$, 得: $v = 2.0\text{m/s}$ (2分)

16. (9分) 解: (1) 根据动能定理: $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 得: $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$ (2分)

(2) 设离子在磁场中做圆周运动的半径为 r , 周期为 T .

根据牛顿第二定律: $qvB = mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ (1分)

又: $T = \frac{2\pi r}{v}$, $t = \frac{T}{2}$ (2分) 联立得: $t = \frac{\pi m}{qB}$ (1分)

(3) 该质谱仪能将三种离子分离。 (1分) 根据牛顿第二定律: $qvB = m\frac{v^2}{r}$, 得: $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$

由 $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 可以看出, 经同一加速电场后进入同一偏转磁场, 离子在磁场中运动的半径与离子的质量和电荷量的比值有关, 该质谱仪的离子源放出的氕 (${}_1^1\text{H}$)、氘 (${}_1^2\text{H}$)、氚 (${}_1^3\text{H}$) 三种离子的质量和电荷量的比值分别为: $\frac{1}{1}$ 、 $\frac{2}{1}$ 、 $\frac{3}{1}$, 所以质谱仪能将它们分离。 (2分)

17. (9分) 解: (1) 质子在两板间只受电场力作用, 根据牛顿第二定律: $e\frac{U}{d} = ma$ (1分)

联立得: $a = \frac{eU}{md}$ (1分)

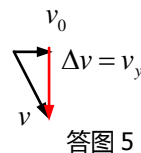
(2) 解法一: 设质子在两板间运动的时间为 t 。质子在水平方向做匀速直线运动: $L = v_0 t$ (1分)

根据动量定理, 物体动量的变化等于合外力的冲量。质子在两板间运动, 所受的合外力为两板间电场施加的电场力, 因此动量变化量的大小: $\Delta p = e\frac{U}{d}t$ (1分) 联立得: $\Delta p = \frac{eUL}{dv_0}$ (1分)

解法二: 设质子在 B 点的速度大小为 v , 在垂直板面方向的速度大小为 v_y , 质子从 A 点运动到 B 点速度变化量为 Δv 。质子从 A 点运动到 B 点, 动量变化量: $\Delta p = m\Delta v$

质子在 B 点速度的矢量关系图如答图 5 所示, 可知: $\Delta v = v_y$

而 $v_y = at$, $L = v_0 t$ 联立得: $\Delta p = \frac{eUL}{dv_0}$ (3分)



答图 5

(3) 设质子在两板之间运动时垂直于板面方向的偏转距离为 y 。质子在两板间运动的时间: $t = \frac{L}{v_0}$

质子在竖直方向上做匀加速运动: $y = \frac{1}{2}at^2$ (1分) 将 t 和 a 代入, 得: $y = \frac{eUL^2}{2mdv_0^2}$ (1分)

要使质子从 A 点水平飞入后、仍从 B 点飞出, 即质子在两板之间运动的偏转距离 y 不变。

根据 $y = \frac{eUL^2}{2mdv_0^2}$ ，保持极板长度 L 不变的情况下，增大水平初速度 v_0 的大小，要使 y 不变，可以使 d 不变，增大两极板间的电压 U ；或者使 U 不变，减小两板之间的距离 d 。 (2分)

(答对一条措施即得 2 分)

18. (10分) 解：(1) 充电结束时，电容器两端电压等于电源的电动势，即： $U = E$ (1分)

根据电容的定义： $C = \frac{Q}{U}$ ，得： $Q = CE$ (2分)

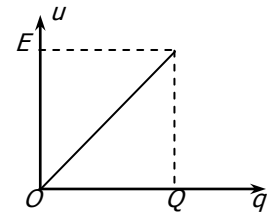
(2) 充电结束后电容器所带的电荷量等于 $i-t$ 图线和横、纵轴所围的面积。

图乙中每一小格的面积为： $S_0 = I_0 T_0$ (1分)

图线下约 22 小格，面积为： $S = 21 S_0$ (1分)

所以电容器所带的电量： $Q = 21 I_0 T_0$ (1分)

(说明：19 ~ 23 格均给分)



答图 6

(3) 根据以上电容的定义可知： $u = \frac{Q}{C}$ ，画出 $u-q$ 图像如答图 6。 (2分)

由图像可知，稳定后电容器储存的能量 E_0 为 $u-q$ 图线与横轴之间的面积： $E_0 = \frac{1}{2}EQ$ ，

代入得： $E_0 = \frac{1}{2}CE^2$ (2分)

19. (14分) 解：(1) a. 设金属棒受到的安培力为 $F_{安}$ ， $F_{安} = BIL$ 。 (1分)

金属棒匀速运动，所以重物通过滑轮对金属棒的拉力等于金属棒受到的安培力，

即： $mg = F_{安}$ (1分) 将 $F_{安}$ 带入，得： $m = \frac{BIL}{g}$ (1分)

b. 解法一：设在 Δt 时间内重物上升的高度为 h 。

在 Δt 时间内，“电动机”输出的机械能 $E_{机}$ 等于重物增加的重力势能。 $E_{机} = mgh = mgv\Delta t$ (2分)

将 m 代入，得： $E_{机} = BILv\Delta t$ (1分)

解法二：在 Δt 时间内，“电动机”输出的机械能等于安培力对金属棒做的功，即： $E_{机} = F_{安}v\Delta t$ (2分)

将 $F_{安}$ 带入，得： $E_{机} = BILv\Delta t$ (1分)

(2) a. 设在 Δt 时间内，电源提供的电能为 $E_{电}$ ，电路中产生的焦耳热为 Q 。

$E_{电} = EI\Delta t$ ， $Q = I^2 R\Delta t$ (2分) 金属棒切割磁感线产生的感应电动势： $E' = BLv$ (1分)

在 Δt 时间内，电源提供的电能转化为“电动机”输出的机械能和电路中的焦耳热，所以： $E_{\text{电}} = E_{\text{机}} + Q$ ，即：

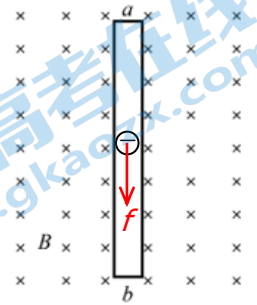
$$EI\Delta t = BILv\Delta t + I^2R\Delta t \quad (1 \text{ 分}) \quad \text{整理得：} E = E' + IR \quad (1 \text{ 分})$$

b. 力的示意图如答图 7。 (1 分)

解法一：宏观角度。棒中自由电子受到的与定向移动方向相反的力，对电子做负功，宏观上表现为“反电动势”。

电源克服反电动势做功： $W_{\text{反}} = E'I\Delta t$ ，将 E 代入， $W_{\text{反}} = BILv\Delta t$ (1 分)

所以： $W = -W_{\text{反}} = -BIL\Delta t$ (1 分)

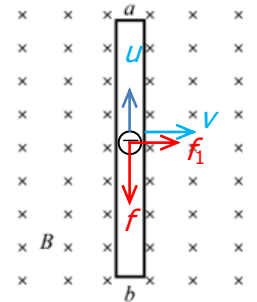


答图

解法二：微观角度。如答图 8 所示，由于金属棒中的自由电子在电源的作用下产生定向运动（速度为 u ），而受到洛伦兹力 f_1 ，做正功，宏观上表现为金属棒受到的安培力做正功；

由于金属棒向右做切割磁感线运动（速度为 v ），棒中的自由电子受到与定向运动相反的洛伦兹力 f ，做负功，宏观上表现为“反电动势”。

在 Δt 时间内，安培力做功： $W_{\text{安}} = BILv\Delta t$ 。 f_1 与 f 的合力即洛伦兹力不做功，所以 Δt 时间内金属棒运动过程中 f 所做的总功： $W = -BIL\Delta t$ 。 (2 分)



答图 8

解法三：微观角度。设自由电子在金属棒中定向移动的速度为 u ，棒中单位体积内自由电子数为 n ，总自由电子数为 N ，金属棒的横截面积为 s 。

金属棒向右运动（速度为 v ），棒中每个自由电子都会受到与定向运动相反的洛伦兹力 f ， $f = evB$ 。

在 Δt 时间内，洛伦兹力 f 对所有自由电子做的总功： $W = -Nfu\Delta t$ 。

而棒中自由电子总数： $N = nsL$ ，且根据电流的定义： $I = \frac{q}{t} = neus$ ，联立得： $W = -BILv\Delta t$ (2 分)